

DIE PROTOZOENFAUNA DES VIRUSINFIZIERTEN UND VIRUSFREIEN SZEGEDINER PAPRIKAS

Von
I. HORVÁTH

Aus dem Institut für Allgemeine Zoologie und Biologie der Universität Szeged,
Ungarn.

(Eingegangen am 21. August 1956.)

Seit dem Jahre 1953 beschäftige ich mich mit der Untersuchung der in der Rhizosphäre der Paprikawurzeln lebenden *Protozoen*. Als ich an der Forschung des Institutes über die *Protozoen* der Rhizosphäre teilzunehmen begann, stecke ich mir das Ziel, die Rhizosphäre der auch von ökonomischen Gesichtspunkten wichtigen, infizierten und gesunden Paprikastauden zu untersuchen, wobei die süßen und scharfen Paprikaarten gesondert berücksichtigt werden sollten.

Ich nahm an, dass die Visuserkrankung bedeutende Veränderungen auch im Stoffwechsel der betroffenen Pflanzen verursachen müsse, wodurch wiederum Menge und Qualität der von der Wurzel in den Boden ausgeschiedenen Stoffe beeinflusst wird. Es ist nämlich bekannt, dass den Wurzelsekreten in der Gestaltung der Mikroflora [5] und der Mikrofauna [2] der Rhizosphäre eine wichtige Rolle zukommt. Nach WILLIAMS [13] wirkt sich die Gestaltung der Pflanzenwurzeln für manche Mikroorganismen vermehrungsbegünstigend aus, während andere durch sie zugrunde gerichtet werden, d. h. die von den Pflanzen ausgeschiedenen Produkte für die einen stimulierend, für die anderen aber hemmend sind.

Diese Vermutung erwies sich schon bei der ersten Untersuchung als richtig, indem nämlich Unterschiede in der Protozoenfauna der Rhizosphäre von süßen und scharfen, bzw. virusinfiziertem und virusfreiem Paprika festgestellt werden konnten. Da mein Untersuchungsmaterial zwei verschiedenen Standorten entnommen war — nämlich teils aus *Új-Szeged*, teils aber aus dem Vororte *Szegeds, Kecskételep* stammte — bestand die Möglichkeit, dass die qualitativen und quantitativen Verschiedenheiten dieser Arten eventuell in der physikalischen und chemischen Struktur der beiden Bodenarten begründet sein könnten. Daher habe ich dann im Jahre 1954 die Untersuchungen dahin modifiziert, dass ich das benötigte Material aus ein und demselben Paprikabeet in *Új-Szeged* auswählte. Nun zeigte sich, dass nicht die Eigenschaften des Bodens ausschlaggebend für die Gestaltung der Mikrofauna sind, sondern — wie auch von anderen Forschern bemerkt wird — in erster Linie die Wurzelsekrete [2, 5]. Diese Sekrete bringen eine spezielle Mikroflora zustande, und die Mikroflora, gemeinsam mit den Wurzelsekreten, lassen eine spezielle Mikrofauna entstehen [2].

Untersuchungsmaterial und Methoden

Die zur Untersuchung benötigten Paprikawurzeln entstammten im ersten Falle Stauden, deren Früchte halbreif und im zweiten Falle solchen, die schon abgeerntet waren. Bei der Einstellung der Kulturen folgte ich teils dem Ver-

fahren BICZÓKS [2], berücksichtigte aber auch die von BERJOZOVA [6] beschrieben drei Wurzelzonen.

1. Wurzelzone: Hierher gehören diejenigen Mikroorganismen, die sich unmittelbar auf der Wurzeloberfläche niederlassen.

2. In nächster Nähe der Wurzeln befindliche Zone: Hier kommen die Mikroorganismen in der unmittelbar mit den Pflanzenwurzeln in Berührung stehenden Bodenschicht zur Entwicklung.

3. Rhizosphäre: Hier sind die Mikroorganismen in etwa 1 cm Entfernung von der Wurzel zu finden.

Die abgeschnittenen Wurzelstückchen wurden in den Petrischalen so untergebracht, dass das Material aller drei Zonen zur Untersuchung gelangte. Sie wurden mit filtriertem Leitungswasser begossen, aber nur mit so kleinen Mengen, dass sie eben bedeckt waren. Diese geringe Wassermenge reichte aus, um die encystierten *Protisten* aktiv werden zu lassen. Die Untersuchungen fanden unter Deckgläsern von 18x18 mm Grösse statt. Die Fixierung wurde mit dem GELEISchen Sublimat-Formalmingemisch (9:1) vorgenommen und dann Negativfärbungen mit Nigrosin und Vitalfärbungen mit Neutralrot durchgeführt.

Es seien hier auch die physiologischen Untersuchungen von J. und I. MÉCS [9] an scharfen Gewürzpaprikapflanzen erwähnt, deren Ergebnisse meines Erachtens eine gewisse Erklärung für die Ursache der meinerseits in der Mikrofauna der verschiedenen Paprikastämme gefundenen Unterschiede geben können.

J. MÉCS und I. MÉCS haben den Stoffwechsel gesunder und »Ujhitü«-virusinfizierter Gewürzpaprikapflanzen an Hand von Untersuchungen der Element-Aufnahme, Transpiration, Atmung und Redoxpotentialmessungen miteinander verglichen und auffallende Unterschiede im Stoffwechsel gesunder und infizierter Exemplare feststellen können. Die zu Ende der Züchtungszeit angestellte Untersuchung der Elementaufnahme, die sich auf 100 g Trockengewicht, und die Transpirations- und Atmungsversuche, die sich auf 100 g Lebendgewicht beziehen, haben folgende Ergebnisse gezeitigt:

Tabelle 1.

Element	Gesund	Virusinfiziert
C	37,64 g ⁰ / ₀	35,71 g ⁰ / ₀
H ₂	5,37 "	5,22 "
N ₂	2,90 "	3,42 "
P ₂ O ₅	0,42 "	0,65 "
K ₂ O	2,25 "	2,67 "
Na ₂ O	0,21 "	0,43 "
CaO	3,50 "	3,63 "
Asche	16,61 "	17,87 "

Die viruskranken Pflanzen zeigen einen höheren Aschengehalt; sie enthalten mehr N_2 , P_2O_5 , K_2O usw., dafür aber weniger C und H_2 als die gesunden Pflanzen. Dies lässt vermuten, dass die Virusinfektion wahrscheinlich eine Störung des Eiweiss- (in erster Linie des Nukleoproteid-) Stoffwechsels auslöst. Diese Annahme haben auch die Transpirationsuntersuchungen bekräftigt und zwar mit der Überlegung, dass die Funktion der Stomen von der Stärkesynthese bzw. -hydrolyse bestimmt wird (Tabelle 2).

Tabelle 2.

Sorte	100 g (CO_2) pro Std	100 g (O_2) pro Std	100 g (H_2O) pro Std
süss, gesund	0,0540	0,03926	0,2200
scharf, gesund	0,1320	0,09659	0,1534
scharf, viruskrank	0,1029	0,07487	0,2044

Da die Transpiration im Falle der süssen gesunden und der scharfen virusinfizierten Paprikastämme im Verhältnis zu der des scharfen gesunden Paprikastammes eine sehr hohe ist, müssen auch im Kohlehydratstoffwechsel Abweichungen bestehen. Dies bestätigen auch die Atmungsuntersuchungen, da nämlich die Atmung der scharfen gesunden Paprikapflanzen um 30 % intensiver ist als die der scharfen virusinfizierten, während die Atmung der süssen gesunden Pflanzen um 50 % hinter der der scharfen virusinfizierten zurückbleibt.

Bei der Kontrollierung ihrer Atmungsversuche mittels Redoxpotentialmessungen fanden die Autoren, dass zwischen dem Stoffwechsel des gesunden scharfen Gewürzpaprikas mit seiner intensiveren Atmung und seinem relativ positiveren Redoxpotential (durchschnittlich -389 mV) und dem der viruskranken Pflanzen mit gehemmter Atmung und negativerem Redoxpotential (durchschnittlich -420 mV) ein deutlicher Unterschied besteht. Die Stoffwechselsymptome der viruskranken Pflanzen (gehemmte Atmung, gesteigerte Transpiration, geringer C- und H_2 -Gehalt, sowie das negativere Redoxpotential) sprechen also sämtlich für eine Störung des Kohlehydratstoffwechsels und infolgedessen für einen abnormalen Ablauf des KREBS-SZENTGYÖRGYischen Atmungszyklus.

Untersuchungsergebnisse

Auf Grund der Messungsergebnisse folgerte ich, dass bei den verschiedenen Paprikastämmen — sofern Stoffwechselunterschiede bestehen — auch die Wurzelsekrete qualitativ und quantitativ verschieden sein müssen. Nach BICZÓK [3] ist »die chemische Wirkung der Wurzeln für die einzelnen Thekamöbenarten als spezifisch anzusehen«. Wenn dem so ist, dann ist meine Hypothese in Bezug auf die Menge und Qualität der Wurzelsekrete zutreffend, da ja in der Rhizosphäre der einzelnen Stämme Menge und Arten der Protozoen verschieden sind. Diese Feststellung schliesst allerdings die Möglichkeit nicht aus, dass die Wurzelsekrete der Paprikastämme auch die Menge und Qualität der die Hauptnahrung der Protozoen bildenden Bakterien der Rhizosphäre beeinflusst, und damit mittelbar auch die Mikrofauna verändert haben. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

In der Rhizosphäre der süssen Paprikastämme traf ich die geringste Artenzahl an, wo während der beiden Untersuchungstermine nur 12 Protozoen

Tabelle 3
In den Wurzelkulturen gefundene Protozoen

N a m e	Süßer gesunder Paprika		Süßer viruskranker Paprika		Scharfer gesunder Paprika		Scharfer viruskranker Paprika	
	IX. 1953	X. 1954	IX. 1953	X. 1954	IX. 1953	X. 1954	IX. 1953	X. 1954
I. Flagellaten	Mittelwerte							
<i>Dinomonas vorax</i> S. Kent	30	22	15	10	32	18	25	15
<i>Pleuromonas jaculans</i> Lemm.	45	42	5	8	55	40	9	5
<i>Bodo rostratus</i> Klebs	25	—	—	2	45	—	—	—
<i>Oicomonas termo</i> S. Kent	—	—	5	2	—	5	—	—
<i>Bodo edux</i> Klebs	—	—	4	—	—	—	—	—
<i>Bodo ovatus</i> Stein	—	—	—	—	—	—	12	5
<i>Distigma proteus</i>	—	—	2	2	—	—	—	—
II. Rhizopoden								
<i>Wahlkampfia limax</i> Duj.	55	30	—	—	9	4	2	2
<i>Cryptodifflugia oviformis</i> Pénard	5	5	7	4	13	10	1	2
<i>Amoeba botryllis</i> Pénard	—	—	—	—	12	8	—	—
<i>Amoeba albida</i> Nagler	—	—	—	—	8	4	3	2
<i>Amoeba beryllifera</i> Pénard	—	—	—	—	5	2	—	—
<i>Amoeba gorgonia</i> Pénard	—	—	—	—	9	10	25	25
<i>Amoeba verrucosa</i> Ehrbg. Leidig	—	—	—	—	5	2	—	—
<i>Amoeba guttula</i> Duj.	—	—	—	—	9	10	—	—
<i>Amoeba alveolata</i> Pénard	—	—	—	—	—	—	11	10
<i>Dimastigamoeba soli</i> Martin-Lew.	—	—	—	—	3	2	—	—
<i>Sphenoderia dentata</i> Pénard	—	—	—	—	—	4	—	—
<i>Dactylosphaera radii</i> Bütschli	—	—	—	—	12	5	4	2
<i>Cochliopodium</i> sp.	—	—	—	—	—	4	—	—
<i>Euglypha alveolata</i> Duj.	—	4	—	—	—	3	—	—
III. Ciliaten								
<i>Colpoda maupasi</i> Ehrbg.	40	35	—	—	—	—	—	—
<i>Lembus pusillus</i> Quen.	12	—	—	—	—	—	—	—
<i>Colpidium</i> sp.	22	—	—	—	—	—	—	—
<i>Glaucoma pyriformis</i> Schew.	12	6	4	—	4	2	2	1
<i>Euplotes novemcarinatus</i> Wang.	7	8	5	2	—	2	—	—
<i>Colpoda steinii</i> Maup.	—	—	—	—	6	5	2	2
<i>Colpoda inflata</i> Stokes	—	—	—	—	45	20	4	5
<i>Oxytricha</i> sp.	—	—	—	—	12	10	2	2
<i>Stichotricha</i> sp.	—	—	—	—	2	—	—	—
<i>Vorticella microstoma</i> Ehrbg.	—	—	—	—	4	3	—	2
<i>Chilodonella uncinata</i> Ehrbg.	—	—	3	3	—	—	—	—
<i>Lionotus</i> sp.	—	—	3	—	—	—	—	—
<i>Halteria grandinella</i> Roux.	—	—	—	3	—	—	—	—
IV. Suctorien								
<i>Podophrya</i> sp.	7	—	—	—	1	—	—	—

nachzuweisen waren. Bei dem gesunden scharfen Stamm fand ich zweimal soviele, 25 an der Zahl.

Die Protozoen der Rhizosphäre des scharfen gesunden Paprikas übertrafen nicht nur betreffs der Artenzahl die in der Rhizosphäre des süßen Paprikas gefundenen Protozoen, sondern auch ihre Individuenzahl war dieser weit überlegen.

Ein Vergleich der in der Rhizosphäre des süßen und des scharfen virusinfizierten Paprikas gefundenen Protozoen ergab in der ersteren Wurzenkultur 12 und in der letzteren 14 Arten.

In beiden Kulturen gemeinsam fanden sich folgende Arten: *Dinomonas vorax*, *Pleuromonas jaculans*, *Cryptodiffugia oviformis* und *Glaucoma pyri-formis*.

Manche Protozoen-Arten waren nur in der einen oder nur in der anderen Kultur nachzuweisen.

Nur in der Wurzelkultur der süßen Paprikapflanzen fanden sich: *Colpoda maupasi*, *Lembus pusillus* und *Colpidium* sp.

Bodo edax, *Distigma proteus*, *Chilodonella uncinata* und *Lionotus* sp. dagegen waren nur in der Kultur der süßen virusinfizierten Pflanzen anzutreffen, während *Amoeba botryllis*, *A. beryllifera*, *A. verrucosa*, *A. guttula*, *Dima-stigamoeba soli*, *Sphenoderia dentata*, *Cochliopodium* sp. und *Stichotricha* sp. nur in den Kulturen des scharfen gesunden Paprikas zu beobachten waren.

Bodo ovatus und *Amoeba alveolata* lebten ausschliesslich in den Kulturen des scharfen virusinfizierten Paprikas.

Aus diesen Angaben erhellt, dass in der Rhizosphäre der der scharfen und süßen Paprikastämme Szegeds bzw. in deren virusinfizierten und virusfreien Exemplaren nicht die gleichen Protozoen-Arten leben. Weiteren Untersuchungen bleibt es überlassen zu entscheiden, ob diese Unterschiede von ständiger Natur sind bzw. ob oder in welcher Hinsicht diese mit der Veränderung der Mikrofauna in Zusammenhang zu bringen sind.

Zusammenfassung

1. Bei der Untersuchung der Atmung und Transpiration scharfer und süßer Sorten des Szegediner Paprikas bzw. deren virusinfizierten und virusfreien Exemplare haben sich auffallende Unterschiede ergeben. Dementsprechend finden sich Unterschiede auch bezüglich der in ihren Wurzelkulturen lebenden Protozoen (Abweichungen zwischen süßen und scharfen Sorten). Ähnlicherweise bringen die Folgen der Virusinfektion nicht nur im Stoffwechsel der Pflanzen, sondern auch in den Sekreten ihrer Wurzeln Verschiedenheiten hervor.

2. Im Laufe der Untersuchungen wurden in den wurzelkulturen insgesamt 35 Protistenarten gefunden, die sich systematologisch folgendermassen verteilen:

<i>Flagellaten</i>	7 Arten
<i>Rhizopoden</i>	14 Arten
<i>Ciliaten</i>	13 Arten
<i>Suctorien</i>	1 Art

3. Neu von den angeführten Arten sind für die ungarische Bodenfauna: *Distigma proteus*, *Cochliopodium* sp., *Stichotricha* sp. und *Podophrya* sp.

Meinem Chef, Herrn Prof. A. ABRAHÁM und auch Herrn Adjunkten F. BICZÓK, die mir bei meiner Arbeit mit wertvollen Ratschlägen und Hinweisen zur Seite standen, möchte ich auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank aussprechen.

Schrifttum

- [1] Ballenegger, R.: Talajvizsgálóti módszerkönyv. Budapest (1953).
- [2] Biczók, F.: Agrokémia és Talajtan, 2, 45—64 (1953).
- [3] Biczók, F.: Annales Biologicae Universitatum Hungariae, 2, 385—395 (1953).
- [4] Erdei, I.: Biol. Közl. 1—2. Budapest (1954).
- [5] Fehér, D.: Talajbiológia, Budapest (1954).
- [6] Fjodorow, M. V.: Mikrobiológiai Gyakorlatok, Budapest (1950).
- [7] Grandori, R. I.: Studi sui Protosoi del terreno. Parma (1934).
- [8] Kahl, A.: Urtiere oder Protozoen. Jena (1935).
- [9] Mécs, J. und I. Mécs: Egészséges és »Üjhítű« fűszerpaprikák anyagserevizsgálata. Szeged (1955). Manuskript.
- [10] Pasher, A.: Die Süßwasserflora Deutschlands etc. Jena (1914—1927).
- [11] Pénard, M. E.: Fauna rhizopodique. Genève (1902).
- [12] Pénard, M. E.: Les infiniment Petites dans leurs manifestations vitales. Geneve (1938).
- [13] Williams, V. R.: Talajtan, Budapest (1950).